

PUBLICATION NUMBER : 07038360  
 PUBLICATION DATE : 07-02-95

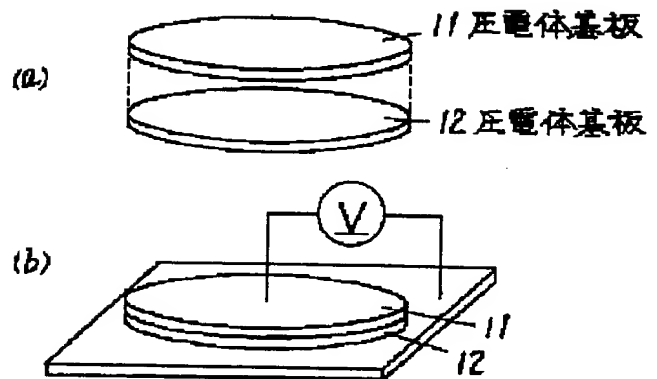
APPLICATION DATE : 19-07-93  
 APPLICATION NUMBER : 05177796

APPLICANT : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD; (a)

INVENTOR : EDA KAZUO;

INT.CL. : H03H 3/02 H01L 41/22 H03H 9/02  
 H03H 9/05 H03H 9/17 H03H 9/19

TITLE : MANUFACTURE OF PIEZOELECTRIC  
 COMPOSITE SUBSTRATE



ABSTRACT : PURPOSE: To compound piezoelectric body substrates without using an adhesive agent in a state that a crystalline property of the piezoelectric body substrate remains held by cleaning and superposing the surface of two pieces of piezoelectric body substrates, and thereafter, joining them directly by applying a voltage to the joining boundary.

CONSTITUTION: The surface to be joined, of piezoelectric body substrates 11, 12 are subjected to mirror grinding flatly, washed enough and organic dirt, an oil film or a minute stuck object, etc., are eliminated as much as possible. Thereafter, the piezoelectric body substrates 11, 12 are superposed and each joined surface thereof is brought into contact with each other, fixed to a jig for applying a voltage and put in to a vacuum tank. Subsequently, the vacuum tank is evacuated, and by applying a DC voltage to the boundary brought into contact, a piezoelectric composite substrate on which the piezoelectric body substrates 11, 12 are joined directly is obtained. In such a way, the piezoelectric body substrates 11, 12 to be compounded can select variously its kind, and also, both of the compounded piezoelectric body substrates 11, 12 are excellent in its crystalline property, therefore, a composite substrate having both merits of the respective substrates 11, 12 is obtained in a state that each satisfactory electrical and mechanical characteristics remains held.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 7 - 3 8 3 6 0

(43) 公開日 平成 7 年 ( 1 9 9 5 ) 2 月 7 日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H03H 3/02		B 7719-5J		
H01L 41/22				
H03H 9/02		K 7719-5J		
9/05		7719-5J		
9/17		G 7719-5J		

審査請求 未請求 請求項の数 1 5 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平 5 - 1 7 7 7 9 6

(22) 出願日 平成 5 年 ( 1 9 9 3 ) 7 月 1 9 日

(71) 出願人 0 0 0 0 0 5 8 2 1

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

(72) 発明者 金星 章大

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下  
電器産業株式会社内

(72) 発明者 富田 佳宏

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下  
電器産業株式会社内

(72) 発明者 江田 和生

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下  
電器産業株式会社内

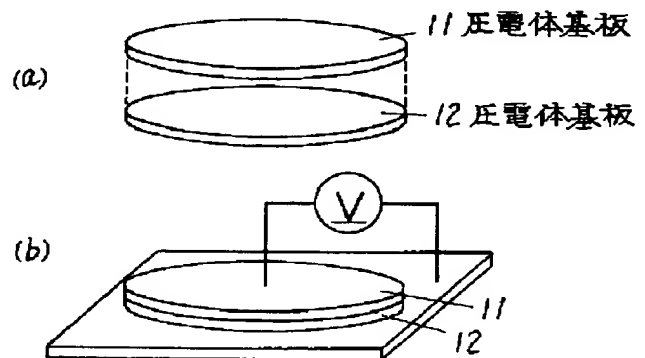
(74) 代理人 弁理士 小銀治 明 (外 2 名)

(54) 【発明の名称】 圧電複合基板の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 圧電体基板の結晶性を保ったまま、接着剤を使用せずに複合することを可能にする。

【構成】 2 枚の圧電体 1 1、1 2 の平坦な表面を清浄化して重ね合せ、その後接合界面に電圧を加えることにより直接接合する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】少なくとも 2 枚の圧電体の平坦な表面を清浄化した後、重ね合わせて接触させ、接触界面に電圧を加えることにより、直接接合したことを特徴とする圧電複合基板の製造方法。

【請求項 2】圧電体がニオブ酸リチウム、タンタル酸リチウム、水晶、ほう酸リチウムのいずれかであることを特徴とする請求項 1 記載の圧電複合基板の製造方法。

【請求項 3】少なくとも 2 枚の圧電体の少なくとも一方の平坦な表面に、珪素もしくは珪素化合物膜を形成し、それぞれの表面を清浄化した後に、重ね合わせて接触させ、接触界面に電圧を加えることにより直接接合したことを特徴とする圧電複合基板の製造方法。

【請求項 4】圧電体がニオブ酸リチウム、タンタル酸リチウム、水晶、ほう酸リチウムのいずれかであることを特徴とする請求項 3 記載の圧電複合基板の製造方法。

【請求項 5】珪素が非晶質もしくは多結晶であることを特徴とする請求項 3 記載の圧電複合基板の製造方法。

【請求項 6】珪素化合物が酸化珪素あるいは窒化珪素であることを特徴とする請求項 3 記載の圧電複合基板の製造方法。

【請求項 7】珪素化合物がガラスであることを特徴とする請求項 3 記載の圧電複合基板の製造方法。

【請求項 8】少なくとも 2 枚の圧電体の平坦な表面を清浄化した後、表面を親水化処理して重ね合わせて接合させ、その後接合界面に電圧を加えることにより直接接合を強化したことを特徴とする圧電複合基板の製造方法。

【請求項 9】圧電体がニオブ酸リチウム、タンタル酸リチウム、水晶、ほう酸リチウムのいずれかであることを特徴とする請求項 8 記載の圧電複合基板の製造方法。

【請求項 10】少なくとも 2 枚の圧電体の少なくとも一方の平坦な表面に、珪素もしくは珪素化合物膜を形成し、それぞれの表面を清浄化した後、表面を親水化して重ね合わせて接合し、その後接合界面に電圧を加えることにより直接接合を強化したことを特徴とする圧電複合基板の製造方法。

【請求項 11】圧電体がニオブ酸リチウム、タンタル酸リチウム、水晶、ほう酸リチウムのいずれかであることを特徴とする請求項 10 記載の圧電複合基板の製造方法。

【請求項 12】珪素が非晶質もしくは多結晶であることを特徴とする請求項 10 記載の圧電複合基板の製造方法。

【請求項 13】珪素化合物が酸化珪素あるいは窒化珪素であることを特徴とする請求項 10 記載の圧電複合基板の製造方法。

【請求項 14】珪素化合物がガラスであることを特徴とする請求項 10 記載の圧電複合基板の製造方法。

【請求項 15】電圧印加時に接合部を加熱したことを特徴とする請求項 1、3、8、10 のいずれかに記載の圧

電複合基板の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、複合基板の製造方法に関し、特に圧電体複合基板の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】ニオブ酸リチウム ( $\text{LiNbO}_3$ ) あるいはタンタル酸リチウム ( $\text{LiTaO}_3$ ) などの表面弾性波を利用した SAW デバイス、例えば SAW フィルターや、水晶などの体積波を利用したバルク波デバイス、例えば水晶振動子などに代表される圧電デバイスは、移動体通信機器の小型化の鍵を握る重要なデバイスであり、その高性能化、小型化に向けて、様々な研究がなされている。ニオブ酸リチウムやタンタル酸リチウムは、その電気機械結合係数が大きいため、SAW デバイスとした場合の損失が小さくすむという利点があるが、温度変化に対する共振周波数の変化が大きいという欠点がある。これに対し、水晶は、そのカット角度を適当に選ぶことによって温度変化に対する共振周波数の変化を非常に小さく抑えることができるが、その電気機械結合係数が小さいために、損失が大きい。このように各々の材料によってその特徴に一長一短があり、理想的な特性を持つ材料は未だ得られていない。

【0003】また、屈曲振動子と呼ばれる圧電デバイスには、圧電体基板の表裏でその分極方向が違ような構造が必要である。このような構造にすることによって、板の両側に電圧を印加すると、ある分極方向の部分が伸びるとき、反対方向の分極の部分は縮むことになるので、屈曲振動が励振される。従来上記のような構造を得るために、圧電体基板同士をその分極方向を互いに向かい合わせにした状態で接着剤で固定したものが使われており、実用化されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】異なる特徴を持つ二つ以上の材料を適切な条件を求めて複合させれば、それぞれの利点を合わせ持つ理想的な材料が得られると考えられる。例えばニオブ酸リチウムと水晶を複合して、電気機械結合係数が大きく、しかも周波数の温度特性も良いような圧電複合基板が得られる。このことから、エピタキシャル法や配向膜を形成させる方法など、様々な方法によって圧電体基板上に別の圧電体材料を形成させる努力がなされてきた。しかしながらこのような方法では、基板上に形成した材料はその結晶性が十分でないために、本来持つべき特徴を引出せないばかりでなく、圧電体として動作させることができる材料は、窒化アルミニウム ( $\text{AlN}$ ) や酸化亜鉛 ( $\text{ZnO}$ ) などに限られるという問題があった。

【0005】また、屈曲振動子においては、二つの圧電体基板を固定している接着層によって、振動子の共振先鋭度 (Q 値) が低下し、さらに共振周波数がばらついて

しまうという問題があった。

【0006】上記のように、様々な種類の、あるいは同じ種類の圧電体基板を接合できれば、その応用範囲は非常に大きい。しかしながら、これまで得られている複合基板は、一方の基板の結晶性が不十分であったり、あるいは固定のために接着剤を用いているために、どれも十分な特性が得られていなかった。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記のような問題を解決するために本発明の圧電複合基板の製造方法は、少なくとも2枚の圧電体の平坦な表面を清浄化し、あるいは少なくとも2枚の圧電体の少なくとも一方の平坦な表面に、珪素もしくは珪素化合物膜を形成し、それぞれの表面を清浄化した後に、重ね合わせて接触させ、接触界面に電圧を加えることにより直接接合したことを特徴とするものであり、または少なくとも2枚の圧電体の平坦な表面を清浄化し、あるいは少なくとも2枚の圧電体の少なくとも一方の平坦な表面に、珪素もしくは珪素化合物膜を形成し、それぞれの表面を清浄化した後、表面を親水化して重ね合わせて接合し、その後接合界面に電圧を加えることにより直接接合を強化したことを特徴とするものである。

【0008】

【作用】上記のような方法によって、複合する圧電体基板は、その種類を様々に選ぶことができ、さらに複合された前記圧電体基板のどちらも結晶性が良いために、各々の良好な電氣的、機械的な特性を保ったまま、それぞれの基板の長所を合わせ持ったような複合基板、例えばニオブ酸リチウムと水晶を複合して、電気機械結合係数が大きく、さらに周波数温度特性も良いような圧電デバイス基板が得られる。また、接合に接着剤を用いていないので、同じ基板でもその結晶軸の方向を変えたり、結晶内にイオン注入してその電氣的、光学的性質を変えたような基板同士を複合したような基板、例えば二枚のニオブ酸リチウム基板の分極方向を互いに向かい合わせに接合して、振動子の共振先鋭度(Q値)が低下せず、さらに共振周波数がばらつかないような非常に特性の良い屈曲振動子用圧電基板が得られる。

【0009】

【実施例】(実施例1)以下、本発明の第1の実施例について、図面を用いて詳しく説明する。図1は、本実施例における圧電複合基板の製造方法の模式図である。図1において、11、12は圧電体基板である。本実施例においては、圧電体基板11、12は、大きさ2インチ、厚さ350 $\mu$ mのニオブ酸リチウム(LiNbO<sub>3</sub>)基板である。各々の基板の接合する面は、平坦に鏡面研磨し、また十分に洗浄して有機物的な汚れ、油膜、あるいは微細な付着物などを可能な限り除去した。その後、圧電体基板11、12を重ね合わせてその接合同士を接触させ、電圧印加のための治具に固定して真空

槽の中に入れた。次に真空槽を真空引きし、接触させた界面に直流電圧を印加して、圧電体基板11、12を直接接合した圧電複合基板を得た。

【0010】(実施例2)以下、本発明の第2の実施例について、図面を用いて詳しく説明する。図2は、本実施例における圧電複合基板の製造方法の模式図である。図2において、21、22は圧電体基板である。本実施例においては、圧電体基板21、22は、大きさ2インチ、厚さ350 $\mu$ mのタンタル酸リチウム(LiTaO<sub>3</sub>)基板である。各々の基板の接合する面は、平坦に鏡面研磨し、また十分に洗浄して有機物的な汚れ、油膜、あるいは微細な付着物などを可能な限り除去した。その後、圧電体基板21、22を重ね合わせてその接合同士を接触させ、電圧印加のための治具に固定して真空槽の中に入れた。次に真空槽を真空引きし、接触させた界面に直流電圧を印加して、圧電体基板21、22を直接接合した圧電複合基板を得た。

【0011】(実施例3)以下、本発明の第3の実施例について、図面を用いて詳しく説明する。図3は、本実施例における圧電複合基板の製造方法の模式図である。図3において、31、32は圧電体基板である。本実施例においては、圧電体基板31、32は、大きさ2インチ、厚さ350 $\mu$ mの水晶基板である。各々の基板の接合する面は、平坦に鏡面研磨し、また十分に洗浄して有機物的な汚れ、油膜、あるいは微細な付着物などを可能な限り除去した。その後、圧電体基板31、32を重ね合わせてその接合同士を接触させ、電圧印加のための治具に固定して真空槽の中に入れた。次に真空槽を真空引きし、接触させた界面に直流電圧を印加して、圧電体基板31、32を直接接合した圧電複合基板を得た。

【0012】(実施例4)以下、本発明の第4の実施例について、図面を用いて詳しく説明する。図4は、本実施例における圧電複合基板の製造方法の模式図である。図4において、41、42は圧電体基板である。本実施例においては、圧電体基板41、42は、大きさ2インチ、厚さ350 $\mu$ mのほう酸リチウム(LiBO<sub>3</sub>)基板である。各々の基板の接合する面は、平坦に鏡面研磨し、また十分に洗浄して有機物的な汚れ、油膜、あるいは微細な付着物などを可能な限り除去した。その後、圧電体基板41、42を重ね合わせてその接合同士を接触させ、電圧印加のための治具に固定して真空槽の中に入れた。次に真空槽を真空引きし、接触させた界面に直流電圧を印加して、圧電体基板41、42を直接接合した圧電複合基板を得た。

【0013】(実施例5)以下、本発明の第5の実施例について、図面を用いて詳しく説明する。図5は、本実施例における圧電複合基板の製造方法の模式図である。図5において、51、52は圧電体基板である。本実施例においては、圧電体基板51は、大きさ2インチ、厚さ350 $\mu$ mのニオブ酸リチウム(LiNbO<sub>3</sub>)基板

10

20

30

40

50

5

であり、圧電体基板 5 2 は、大きさ 2 インチ、厚さ 3 5 0  $\mu\text{m}$  のタンタル酸リチウム ( $\text{LiTaO}_3$ ) 基板である。各々の基板の接合する面は、平坦に鏡面研磨し、また十分に洗浄して有機物的な汚れ、油膜、あるいは微細な付着物などを可能な限り除去した。その後、圧電体基板 5 1、5 2 を重ね合せてその接合面同士を接触させ、電圧印加のための治具に固定して真空槽の中に入れた。次に真空槽を真空引きし、接触させた界面に直流電圧を印加して、圧電体基板 5 1、5 2 を直接接合した圧電複合基板を得た。

【0014】(実施例 6) 以下、本発明の第 6 の実施例について、図面を用いて詳しく説明する。図 6 は、本実施例における圧電複合基板の製造方法の模式図である。図 6 において、6 1、6 2 は圧電体基板、6 3 は圧電体基板 6 2 上に形成した珪素膜である。本実施例においては、圧電体基板 6 1 は、大きさ 2 インチ、厚さ 3 5 0  $\mu\text{m}$  のニオブ酸リチウム基板であり、珪素膜 6 3 は圧電体基板 6 2 の接合しようとする表面を平坦に鏡面研磨した上に珪素を CVD 法によって形成した厚さ 1  $\mu\text{m}$  の非晶質珪素膜である。各々の基板の接合する面は、平坦に鏡面研磨し、また十分に洗浄して有機物的な汚れ、油膜、あるいは微細な付着物などを可能な限り除去した。その後、圧電体基板 6 1 と珪素膜 6 3 を形成した圧電体基板 6 2 とを重ね合せてその接合面同士を接触させ、電圧印加のための治具に固定して真空槽の中に入れた。次に真空槽を真空引きし、接触させた界面に直流電圧を印加して、圧電体基板 6 1、6 2 を珪素膜 6 3 を介して直接接合した圧電複合基板を得た。

【0015】珪素膜 6 3 を形成しない場合には接合界面に存在する洗浄によって除去しきれなかった 1  $\mu\text{m}$  以下の微細な付着物によって接合界面に微細な未接合部が存在することがあったが、接合界面に珪素膜 6 3 を形成することにより、微細な付着物が存在しても珪素膜 6 3 内に取り込まれることによって接合界面は完全に接合し、微細な未接合部の発生を抑えられるという新たな効果があった。

【0016】(実施例 7) 以下、本発明の第 7 の実施例について、図面を用いて詳しく説明する。図 7 は、本実施例における圧電複合基板の製造方法の模式図である。図 7 において、7 1、7 2 は圧電体基板、7 3 は圧電体基板 7 2 上に形成した珪素膜である。本実施例においては、圧電体基板 7 1 は、大きさ 2 インチ、厚さ 3 5 0  $\mu\text{m}$  のニオブ酸リチウム基板であり、珪素膜 7 3 は圧電体基板 7 2 の接合しようとする表面を平坦に鏡面研磨した上に珪素を CVD 法によって形成した厚さ 1  $\mu\text{m}$  の多結晶珪素膜である。各々の基板の接合する面は、平坦に鏡面研磨し、また十分に洗浄して有機物的な汚れ、油膜、あるいは微細な付着物などを可能な限り除去した。その後、圧電体基板 7 1 と珪素膜 7 3 を形成した圧電体基板 7 2 とを重ね合せてその接合面同士を接触させ、電圧印

6

加のための治具に固定して真空槽の中に入れた。次に真空槽を真空引きし、接触させた界面に直流電圧を印加して、圧電体基板 7 1、7 2 を珪素膜 7 3 を介して直接接合した圧電複合基板を得た。

【0017】珪素膜 7 3 を形成しない場合には接合界面に存在する洗浄によって除去しきれなかった 1  $\mu\text{m}$  以下の微細な付着物によって接合界面に微細な未接合部が存在することがあったが、接合界面に珪素膜 7 3 を形成することにより、微細な付着物が存在しても珪素膜 7 3 内に取り込まれることによって接合界面は完全に接合し、微細な未接合部の発生を抑えられるという新たな効果があった。

【0018】(実施例 8) 以下、本発明の第 8 の実施例について、図面を用いて詳しく説明する。図 8 は、本実施例における圧電複合基板の製造方法の模式図である。図 8 において、8 1、8 2 は圧電体基板、8 3 は前記圧電体基板 8 2 上に形成した珪素化合物膜である。本実施例においては、圧電体基板 8 1 は、大きさ 2 インチ、厚さ 3 5 0  $\mu\text{m}$  のニオブ酸リチウム基板であり、珪素化合物膜 8 3 は圧電体基板 8 2 の接合しようとする表面を平坦に鏡面研磨した上に酸化珪素をスパッタによって形成した厚さ 1  $\mu\text{m}$  の酸化珪素膜である。各々の基板の接合する面は、平坦に鏡面研磨し、また十分に洗浄して有機物的な汚れ、油膜、あるいは微細な付着物などを可能な限り除去した。その後、圧電体基板 8 1 と珪素化合物膜 8 3 を形成した前記圧電体基板 8 2 とを重ね合せてその接合面同士を接触させ、電圧印加のための治具に固定して真空槽の中に入れた。次に真空槽を真空引きし、接触させた界面に直流電圧を印加して、圧電体基板 8 1、8 2 を珪素化合物膜 8 3 を介して直接接合した圧電複合基板を得た。

【0019】珪素化合物膜 8 3 を形成しない場合には接合界面に存在する洗浄によって除去しきれなかった 1  $\mu\text{m}$  以下の微細な付着物によって接合界面に微細な未接合部が存在することがあったが、接合界面に珪素化合物膜 8 3 を形成することにより、微細な付着物が存在しても珪素化合物膜 8 3 内に取り込まれることによって接合界面は完全に接合し、微細な未接合部の発生を抑えられるという新たな効果があった。

【0020】(実施例 9) 以下、本発明の第 9 の実施例について、図面を用いて詳しく説明する。図 9 は、本実施例における圧電複合基板の製造方法の模式図である。図 9 において、9 1、9 2 は圧電体基板、9 3 は圧電体基板 9 2 上に形成した珪素化合物膜である。本実施例においては、圧電体基板 9 1 は、大きさ 2 インチ、厚さ 3 5 0  $\mu\text{m}$  のニオブ酸リチウム基板であり、珪素化合物膜 9 3 は圧電体基板 9 2 の接合しようとする表面を平坦に鏡面研磨した上に窒化珪素をスパッタすることによって形成した厚さ 1  $\mu\text{m}$  の窒化珪素膜である。各々の基板の接合する面は、平坦に鏡面研磨し、また十分に洗浄して

有機物的な汚れ、油膜、あるいは微細な付着物などを可能な限り除去した。その後、圧電体基板 9 1 と珪素化合物膜 9 3 を形成した圧電体基板 9 2 とを重ね合わせてその接合面同士を接触させ、電圧印加のための治具に固定して真空槽の中に入れた。次に真空槽を真空引きし、接触させた界面に直流電圧を印加して、圧電体基板 9 1、9 2 を珪素化合物膜 9 3 を介して直接接合した圧電複合基板を得た。

【0021】前記珪素化合物膜 9 3 を形成しない場合には接合界面に存在する洗浄によって除去しきれなかった 1  $\mu$ m 以下の微細な付着物によって接合界面に微細な未接合部が存在することがあったが、接合界面に珪素化合物膜 9 3 を形成することにより、微細な付着物が存在しても珪素化合物膜 9 3 内に取り込まれることによって接合界面は完全に接合し、微細な未接合部の発生を抑えられるという新たな効果があった。

【0022】（実施例 10）以下、本発明の第 10 の実施例について、図面を用いて詳しく説明する。図 10 は、本実施例における圧電複合基板の製造方法の模式図である。図 10 において、101、102 は圧電体基板、103 は圧電体基板 102 上に形成したガラス膜である。本実施例においては、圧電体基板 101 は、大きさ 2 インチ、厚さ 350  $\mu$ m のニオブ酸リチウム基板であり、ガラス膜 103 は圧電体基板 102 の接合しようとする表面を平坦に鏡面研磨した上に珪酸ガラスをスパッタすることによって形成した厚さ 1  $\mu$ m の珪酸ガラス膜である。各々の基板の接合する面は、平坦に鏡面研磨し、また十分に洗浄して有機物的な汚れ、油膜、あるいは微細な付着物などを可能な限り除去した。その後、圧電体基板 101 とガラス膜 103 を形成した圧電体基板 102 とを重ね合わせてその接合面同士を接触させ、電圧印加のための治具に固定して真空槽の中に入れた。次に真空槽を真空引きし、接触させた界面に直流電圧を印加して、圧電体基板 101、102 をガラス膜 103 を介して直接接合した圧電複合基板を得た。

【0023】ガラス膜 103 を形成しない場合には接合界面に存在する洗浄によって除去しきれなかった 1  $\mu$ m 以下の微細な付着物によって接合界面に微細な未接合部が存在することがあったが、接合界面にガラス膜 103 を形成することにより、微細な付着物が存在してもガラス膜 103 内に取り込まれることによって接合界面は完全に接合し、微細な未接合部の発生を抑えられるという新たな効果があった。

【0024】（実施例 11）以下、本発明の第 11 の実施例について、図面を用いて詳しく説明する。図 11 は、本実施例における圧電複合基板の製造方法の模式図である。図 11 において、111、112 は圧電体基板である。本実施例においては、圧電体基板 111、112 は、大きさ 2 インチ、厚さ 350  $\mu$ m のニオブ酸リチウム基板である。各々の基板の接合する面は、平坦に鏡

面研磨し、また十分に洗浄して有機物的な汚れ、油膜、あるいは微細な付着物などを可能な限り除去した。この時、最終処理として基板表面を親水化するような親水化処理液を用いて、圧電体基板 111、112 の表面を親水化した。本実施例においては、親水化処理液として、過酸化水素水とアンモニア水と水の混合液を 60℃程度まで加熱したものを用いた。その後、十分に洗浄して、圧電体基板 111、112 を重ね合わせてその接合面同士を接触させ、圧電体基板 111 および 112 の表面に形成された親水基同士の水素結合によって直接接合した。このままでもかなりの強度があるが、接合を強化するために、電圧印加のための治具に固定して真空槽の中に入れ、次に真空槽を真空引きし、接触させた界面に直流電圧を印加した。この様にして、圧電体基板 111 および 112 とを直接接合した圧電複合基板を得た。

【0025】（実施例 12）以下、本発明の第 12 の実施例について、図面を用いて詳しく説明する。図 12 は、本実施例における圧電複合基板の製造方法の模式図である。図 12 において、121、122 は圧電体基板、123 は圧電体基板 122 上に形成した珪素膜である。本実施例においては、圧電体基板 121、122 は、大きさ 2 インチ、厚さ 350  $\mu$ m のニオブ酸リチウム基板であり、珪素膜 123 は圧電体基板 122 の接合しようとする表面を平坦に鏡面研磨した上に酸化珪素を CVD 法によって形成した厚さ 1  $\mu$ m の非晶質珪素膜である。各々の基板の接合する面は、平坦に鏡面研磨し、また十分に洗浄して有機物的な汚れ、油膜、あるいは微細な付着物などを可能な限り除去した。この時、最終処理として基板表面を親水化するような親水化処理液を用いて、圧電体基板 121 および珪素膜 123 を形成した 122 の表面を親水化した。本実施例においては、親水化処理液として、過酸化水素水とアンモニア水と水の混合液を 60℃程度まで加熱したものを用いた。その後、十分に洗浄して、圧電体基板 121 と珪素膜 123 を形成した圧電体基板 122 とを重ね合わせてその接合面同士を接触させ、圧電体基板 121 および珪素膜 123 の表面に形成された親水基同士の水素結合によって直接接合した。このままでもかなりの強度があるが、接合を強化するために、電圧印加のための治具に固定して真空槽の中に入れ、次に真空槽を真空引きし、接触させた界面に直流電圧を印加した。この様にして、圧電体基板 121 および 122 とを珪素膜 123 を介して直接接合した圧電複合基板を得た。

【0026】珪素膜 123 を形成しない場合には接合界面に存在する洗浄によって除去しきれなかった 1  $\mu$ m 以下の微細な付着物によって接合界面に微細な未接合部が存在することがあったが、接合界面に珪素膜 123 を形成することにより、微細な付着物が存在しても珪素膜 123 内に取り込まれることによって接合界面は完全に接合し、微細な未接合部の発生を抑えられるという新たな

効果があった。

【0027】（実施例13）以下、本発明の第13の実施例について、図面を用いて詳しく説明する。図13は、本実施例における圧電複合基板の製造方法の模式図である。図13において、131、132は圧電体基板である。本実施例においては、圧電体基板131、132は、大きさ2インチ、厚さ350 $\mu$ mのニオブ酸リチウム基板である。各々の基板の接合する面は、平坦に鏡面研磨し、また十分に洗浄して有機物的な汚れ、油膜、あるいは微細な付着物などを可能な限り除去した。その後、圧電体基板131、132を重ね合わせてその接合同士を接触させ、電圧印加と加熱のための治具に固定して真空槽の中に入れた。次に真空槽を真空引きし、500℃まで加熱してから接触させた界面に直流電圧を印加して、圧電体基板131、132を直接接合した圧電複合基板を得た。

【0028】このように、電圧を印加する前に接合しようとする基板を加熱することによって、基板全面が接合するのに要する時間を短縮することができ、接合強度も向上するという新たな効果があった。

【0029】

【発明の効果】上記のような方法とすることによって、複合する圧電体基板は、その種類を様々に選ぶことができ、さらに複合された圧電体基板のどちらも結晶性が良いために、各々の良好な電気的、機械的な特性を保ったまま、それぞれの基板の長所を合わせ持ったような複合基板が得られる。また、接合に接着剤を用いていないので、同じ基板でもその結晶軸の方向を変えたり、結晶内にイオン注入してその電気的、光学的性質を変えたような基板同士を複合したような基板が得られる。

【0030】また、本発明の効果は、結晶性を保ったまま様々な圧電体基板を接着剤を使用せずに複合できることに特徴があるのであって、その応用を上記のような構成に限定するものではない。

【0031】なお、本発明の実施例においては、用いた

圧電体基板としてニオブ酸リチウム基板、タンタル酸リチウム、水晶、ほう酸リチウムを選んでいるが、圧電体の基板であれば、同じ種類であっても、または異なる種類の組み合わせであっても、その目的に合わせて任意に選べることは明らかである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の圧電複合基板の製造方法の模式図

【図2】本発明の第2の実施例の圧電複合基板の製造方法の模式図

【図3】本発明の第3の実施例の圧電複合基板の製造方法の模式図

【図4】本発明の第4の実施例の圧電複合基板の製造方法の模式図

【図5】本発明の第5の実施例の圧電複合基板の製造方法の模式図

【図6】本発明の第6の実施例の圧電複合基板の製造方法の模式図

【図7】本発明の第7の実施例の圧電複合基板の製造方法の模式図

【図8】本発明の第8の実施例の圧電複合基板の製造方法の模式図

【図9】本発明の第9の実施例の圧電複合基板の製造方法の模式図

【図10】本発明の第10の実施例の圧電複合基板の製造方法の模式図

【図11】本発明の第11の実施例の圧電複合基板の製造方法の模式図

【図12】本発明の第12の実施例の圧電複合基板の製造方法の模式図

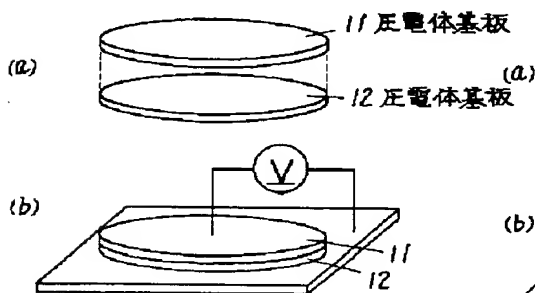
【図13】本発明の第13の実施例の圧電複合基板の製造方法の模式図

【符号の説明】

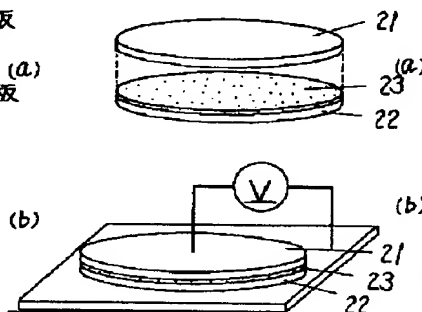
11 圧電体基板

12 圧電体基板

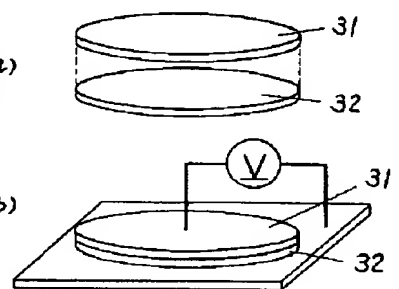
【図1】



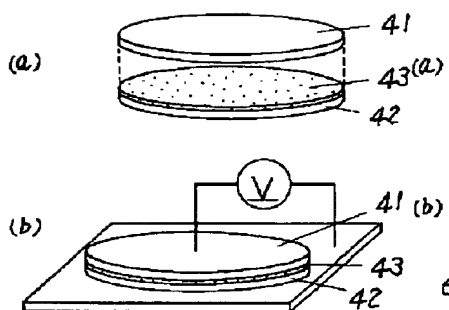
【図2】



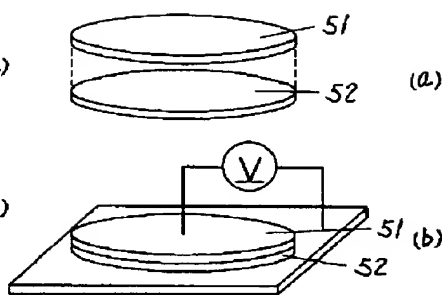
【図3】



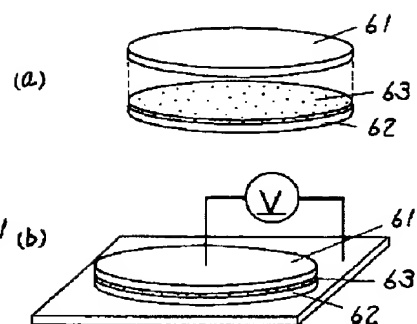
【図 4】



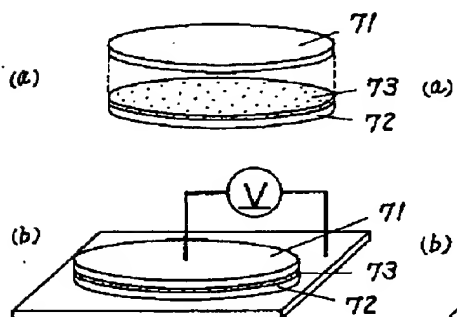
【図 5】



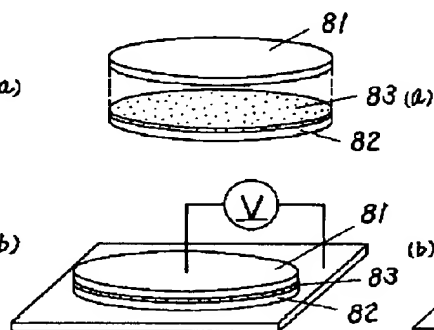
【図 6】



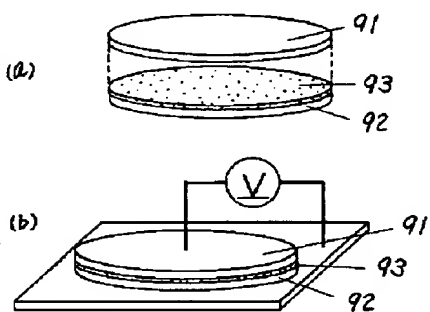
【図 7】



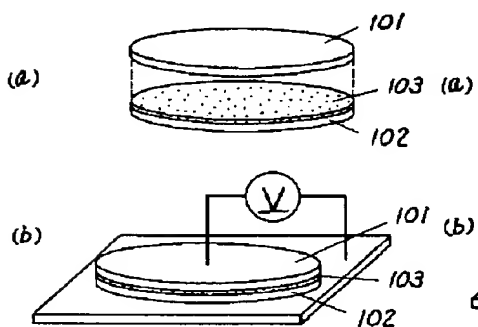
【図 8】



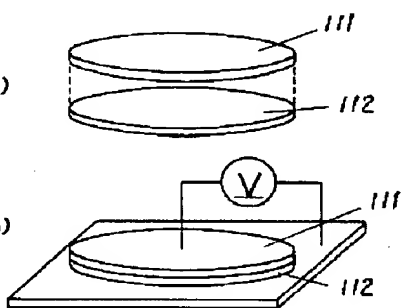
【図 9】



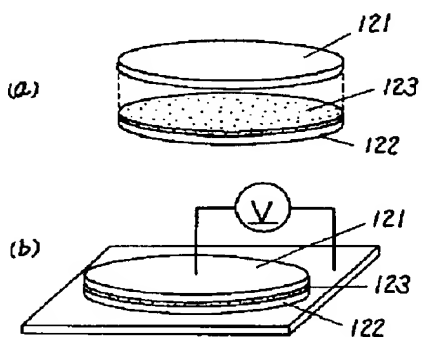
【図 10】



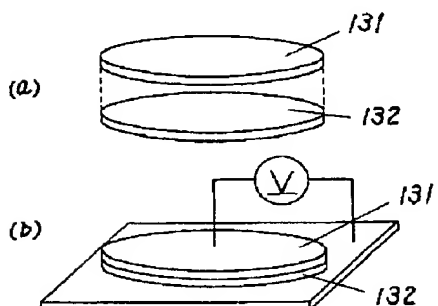
【図 11】



【図 12】



【図 13】





フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

9/19

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

A 7719-5J

9274-4M

H01L 41/22

2